

## 2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験

英文：Direction sensitive dark matter search experiment

研究代表者 身内賢太朗 (神戸大)

参加研究者 竹内康雄 中村輝石 伊藤博士

石浦宏尚 中村拓馬 上野龍一 島田拓弥 (神戸大)

寄田浩平 田中雅士 鷺見貴生 木村真人

青山一天 小津龍吉 (早稲田大)

Neil Spooner Warren A Lynch

Callum Eldridge (University of Sheffield)

### 研究成果概要

我々は独自に開発した三次元ガス飛跡検出器「マイクロ TPC」を用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験「NEWAGE」を提唱、平成 17 年度より ICRR 共同利用研究、平成 19 年度より地下実験を行っている。2019 年度は、

- ① 低 BG 化した検出器による方向に感度をもつ暗黒物質探索
- ② 2013 年から 2017 年までの長期測定データの新解析
- ③ 検出器高感度化のための基礎開発を行った。

① については、平成 29 年度に 地下実験室の装置に導入した、 $\alpha$  線放出量の少ない  $\mu$ -PIC (low  $\alpha$   $\mu$  PIC) を用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験の観測を継続して行った。また、平成 30 年 6 月から 12 月までの観測のうち 約 100 日のデータの解析により、従来の  $\mu$  PIC を用いた観測 よりも 1 桁以上のバックグラウンドの低減が確認された(図 1)。この結果を査読付き国際会議プロシーディングスとして発表した[1]。

② に関しては、2013 年から 2017 年までの観測のうち 435 日分の観測データを用いて、原子核反跳の三次元飛跡に前後判定を合わせた解析を行った。前後判定を伴う三次元飛跡を用いた解析として、初の結果となる(図 1)。前後判定の導入と合わせて、カットの改善を行い、 $\mu$ -PIC からの  $\alpha$  線バックグラウンドを低減、300GeV 以下の我々の制限を更新した。この結果を PTEP 誌に投稿した[2]。

③ については、今後の検出器の高感度化のキーとなる、「陰イオンガス TPC」の基礎開発を進めた。陰イオンガス TPC では、電子をドリフトする通常の TPC と異なって、陰イオンをドリフトする。拡散が小さいという特徴に比べて、SF6 ガスを用

いとドリフト速度の違い複数の陰イオンが生成され、検出面への到達時間差を用いてドリフト方向の絶対距離を知ることができる。セルフトリガーの TPC でこれまで不可能だった絶対位置の測定により、バックグラウンドを一層低減することが可能となる。平成 30 年度はこの絶対位置の決定精度を実測し(図 2)、JINST 誌に投稿した[3]。また、低バックグラウンド化と TPC としての性能向上を合わせて可能とする、抵抗シートを用いた新概念の TPC の原理実証を行い、[4]として発表した。早稲田グループとは地下での中性子フラックスの観測、シェフィールド大グループとは、低バックグラウンド検出器を進めた。

[1] “Results of a directional dark matter search from the NEWAGE experiment”  
2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1468 012042

[2] First limits from a 3d-vector directional dark matter search with the NEWAGE-0.3b' detector <https://arxiv.org/abs/2005.05157>

[3] “Development of a Negative Ion Micro TPC Detector with SF<sub>6</sub> Gas for the Directional Dark Matter Search” <http://arxiv.org/abs/2004.09706>

[4] “Development of a time projection chamber with a sheet-resistor field cage”  
PTEP 2019 (2019)063H01

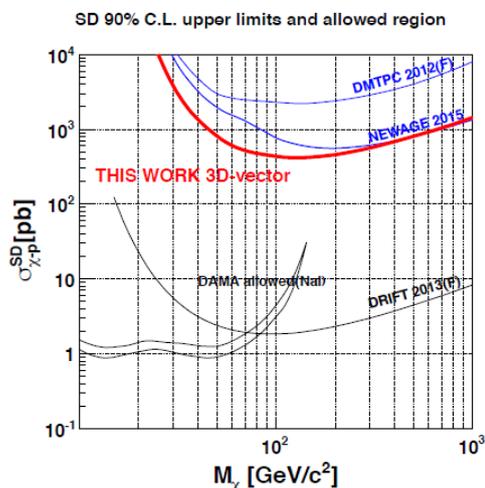


図 1 前後判定付きの三次元飛跡解析によって得られた暗黒物質に対する制限 (THIS WORK)。[2]

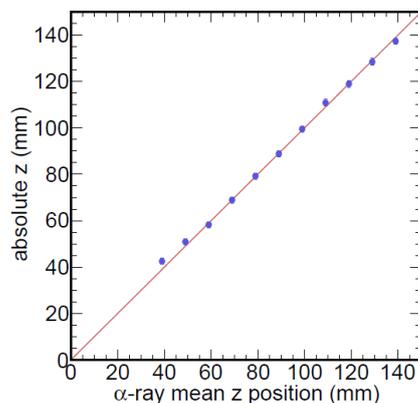


図 2 陰イオンガス TPC によって測定されたドリフト方向の絶対値(縦軸)。横軸は、線源の位置。[3]